

POTENSI ARANG AKTIF DARI TULANG KAMBING SEBAGAI ADSORBEN ION TEMBAGA, TIMBAL, NITRAT DAN SIANIDA DALAM LARUTAN

Ulul Azmi¹, T. Abu Hanifah ², Sofia Anita ²

¹Mahasiswa Program Studi S1 Kimia

²Bidang Kimia Analitik Jurusan Kimia

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau

Kampus Binawidya Pekanbaru, 28293, Indonesia

corvinus.mc79@gmail.com

ABSTRACT

The utilization of animal bones as adsorbent has been widely studied. From several studies showed that animal bones has good potential as an adsorbent of heavy metals. However, the composition of the mineral constituent in bone of animals is different, and manufacturing process also affect the potential of bone as an adsorbent. In this study, the potential of goat bone activated charcoal as an adsorbent for Cu^{2+} , Pb^{2+} , NO_3^- and CN^- ions have been studied. Activated charcoal of goat bones was made with the carbonization of goat bone at 700°C for 20 minutes, then crushed and sieved to obtain charcoal powder with a size of 100 – 120 mesh. The activation process performed using Na_2CO_3 activator with various concentration of 2.5%; 5% and 7.5% that contacted for 24 hours. The resulting of charcoal residue was dried and heated in a furnace at 800°C for 15 minutes, washed with distilled water and then dried. Activated charcoal that generated was characterized, and the best of activated charcoal according to the results of the characterization was used for adsorption of Cu^{2+} , Pb^{2+} , NO_3^- and CN^- ions. From the results of characterization showed the goat bone activated charcoal which activated by Na_2CO_3 5% has the best result. The result of adsorption of Cu^{2+} , Pb^{2+} , NO_3^- and CN^- ions showed that percentage of adsorption are 99,75%; 99,95%; 94,91% and 74,17% respectively. The highest of adsorption percentage of activated charcoal is Pb^{2+} ion and the lowest is CN^- ion.

Keywords : adsorbent, activated charcoal, goat bone, potential.

ABSTRAK

Pemanfaatan tulang hewan sebagai adsorben telah dipelajari. Dari beberapa penelitian menunjukkan tulang hewan memiliki potensi yang baik sebagai adsorben logam berat. Namun demikian, komposisi mineral penyusun tulang setiap jenis hewan berbeda dan proses pembuatan juga berpengaruh terhadap potensi adsorben dari tulang tersebut. Dalam penelitian ini, potensi arang aktif tulang kambing sebagai adsorben ion Cu^{2+} , Pb^{2+} , NO_3^- dan CN^- telah dipelajari. Arang aktif tulang kambing dibuat dengan proses

karbonisasi tulang kambing pada suhu 700°C selama 20 menit, dan digerus serta diayak hingga diperoleh serbuk arang dengan ukuran 100 – 120 mesh. Proses aktivasi dilakukan menggunakan aktivator Na₂CO₃ dengan variasi konsentrasi 2,5%; 5% dan 7,5% yang dikontakkan selama 24 jam. Residu arang yang dihasilkan dikeringkan dan dipanaskan dalam *furnace* pada suhu 800°C selama 15 menit dan dicuci dengan akuades serta dikeringkan kembali. Arang aktif yang diperoleh dikarakterisasi dan arang aktif yang terbaik menurut hasil karakterisasi digunakan untuk adsorpsi kation logam Cu²⁺ dan Pb²⁺ serta anion NO₃⁻ dan CN⁻. Dari hasil karakterisasi menunjukkan arang aktif tulang kambing yang diaktivasi dengan Na₂CO₃ 5% merupakan yang terbaik. Dari hasil adsorpsi kation logam Cu²⁺ dan Pb²⁺ serta anion NO₃⁻ dan CN⁻ menunjukkan persentase penyerapan untuk masing-masing ion tersebut berturut-turut adalah 99,75%; 99,95%; 94,91% dan 74,17%. Persentase penyerapan yang paling tinggi adalah untuk kation Pb²⁺, sedangkan persentase penyerapan yang terendah adalah untuk anion CN⁻.

Kata kunci : adsorben, arang aktif, kambing, potensi, tulang.

PENDAHULUAN

Kambing merupakan ternak herbivora yang sangat populer di kalangan petani Indonesia. Konsumsi daging kambing di meningkat setiap tahunnya (Soedjana, 2011). Umumnya persentase daging dari ternak kambing adalah 35% dan tulangnya adalah 30% dari bobot hidup. Tingginya konsumsi daging kambing tersebut mengakibatkan limbah yang dihasilkan cukup banyak.

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, tulang kambing dapat dimanfaatkan sebagai adsorben. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Fitryani (2014) tentang abu tulang kambing sebagai adsorben menunjukkan potensi yang cukup besar untuk penyerapan anion seperti sulfat. Sedangkan dalam beberapa penelitian seperti yang dilakukan oleh Maftuhin (2013) yang menganalisis adsorpsi arang aktif tulang ayam sebagai adsorben ion timbal, dan dalam penelitian tentang adsorpsi ion Zn dan Cu dengan menggunakan arang tulang yang dilakukan oleh Wilson *et al.* (2003), menunjukkan arang tulang beberapa jenis hewan memiliki potensi yang baik

untuk mengadsorpsi ion logam. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, sangat penting untuk mengetahui potensi tulang kambing untuk dijadikan arang aktif.

Adsorben yang berasal dari tulang telah banyak digunakan dalam bidang industri seperti dalam proses *bleaching* pada pengolahan minyak. Dalam beberapa penelitian telah menunjukkan arang tulang juga efektif digunakan sebagai adsorben untuk menyerap logam berat seperti tembaga, kadmium, besi, timah, timbal dan lainnya yang terdapat dalam limbah cair. Arang aktif dari tulang juga memiliki daya serap yang tinggi terhadap zat warna (Suhartono *et al.*, 2011).

METODE PENELITIAN

a. Pengambilan Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah tulang kambing yang telah melalui proses perebusan, diambil dari beberapa tempat di sekitar Pekanbaru secara acak sederhana (*simple random sampling*).

b. Proses Karbonisasi (SNI-06-3730-1995)

Sampel tulang kambing dipisahkan dari sisa daging yang melekat dan dicuci bersih, kemudian dikeringkan. Setelah kering sampel kemudian dipotong hingga ukuran kira-kira 2 – 3 cm, kemudian dimasukkan ke dalam cawan tertutup, selanjutnya dikarbonisasi di dalam *furnace* pada suhu 700°C selama ± 20 menit.

c. Preparasi Arang Aktif Tulang Kambing

Arang tulang kambing yang dihasilkan dari proses karbonisasi tersebut digerus hingga halus dan diayak menggunakan ayakan bertingkat dengan ukuran 100 dan 120 mesh. Selanjutnya dilakukan proses aktivasi, yaitu dengan merendam serbuk arang masing-masing sebanyak 10 g dengan larutan Na_2CO_3 2,5%, 5% dan 7,5% masing-masing sebanyak 100 mL di dalam Beaker gelas 500 mL, diaduk selama 5 menit dan didiamkan 24 jam. Kemudian disaring dan selanjutnya dipanaskan pada suhu 800 °C selama 15 menit. Arang tersebut kemudian dicuci dan dikeringkan dalam oven, kemudian dimasukkan ke dalam desikator.

d. Karakterisasi Arang Aktif Tulang Kambing

1. Kadar air (SNI-06-4253-1996)

Kadar air arang tulang kambing ditentukan dengan cara sebanyak 1 g sampel dari masing-masing konsentrasi aktivator dipanaskan dalam oven pada suhu 105°C untuk menghilangkan air yang terkandung dalam arang aktif. Selanjutnya contoh didinginkan dalam desikator selama 15 menit kemudian

ditimbang. Perlakuan tersebut dilakukan berulang-ulang hingga diperoleh berat konstan.

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

W_1 = Berat sampel sebelum pemanasan (g)

W_2 = Berat sampel setelah pemanasan (g)

1. Kadar abu (SNI-06-4253-1996)

Kadar abu ditentukan dengan cara sebanyak 1 g sampel dari masing-masing konsentrasi aktivator dimasukkan ke dalam cawan porselin. Setelah itu dimasukkan ke dalam *furnace* pada suhu 805°C sampai terbentuk abu. Selanjutnya contoh didinginkan dalam desikator selama 15 menit sebelum ditimbang beratnya.

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{W_a}{W_o} \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

W_a = Berat abu total (g)

W_o = Berat sampel arang (g)

2. Adsorpsi sampel terhadap iodium (SNI-06-4253-1996)

Proses adsorpsi sampel terhadap Iodium dimulai dengan menimbang sebanyak 0,5 g sampel arang tulang kambing dari masing-masing konsentrasi aktivator dan dikontakkan dengan 50 mL larutan Iodium 0,1 N, diaduk selama 15 menit. Kemudian filtrat diambil sebanyak 10 mL dan dititrasikan dengan menggunakan larutan natrium tiosulfat 0,1 N. Konsentrasi filtrat dihitung dengan persamaan berikut.

$$Q_I = \frac{(V_1 N_1 - V_2 N_2) \times 12,69 \times 5}{W} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :

- Q_I = Adsorpsi iodium (mg/g)
- V_1 = Volume I_2 yang dianalisis (mL)
- V_2 = Volume natrium tiosulfat (mL)
- N_1 = Normalitas iodium
- N_2 = Normalitas natrium tiosulfat
- W = Berat sampel (g)

3. Adsorpsi sampel terhadap larutan metilen biru (SNI-06-4253-1996)

Proses adsorpsi arang aktif tulang kambing terhadap larutan metilen biru dimulai dengan menimbang sebanyak 0,5 g sampel arang aktif tulang kambing dari masing-masing konsentrasi aktivator, kemudian dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 100 mL. Pada setiap sampel ditambah metilen biru dengan konsentrasi 250 mg/L sebanyak 50 mL. Kemudian diaduk dengan pengaduk magnetik selama 15 menit. Absorbansi larutan setelah adsorpsi diukur pada panjang gelombang 665 nm.

e. Analisis Penyerapan Arang Aktif Tulang Kambing Terhadap Variasi Konsentrasi Kation

1. Penyerapan Arang Aktif Tulang Kambing Terhadap Kation Cu^{2+}

Arang aktif tulang kambing yang diaktivasi dengan Na_2CO_3 5% ditimbang masing-masing sebanyak 0,5 g dan dikontakkan dengan 50 mL larutan kerja Cu^{2+} dengan konsentrasi 100 – 600 mg/L. Masing-masing campuran diaduk dan didiamkan selama 24 jam. Kemudian bagian yang jernih dari masing-masing campuran diambil dan dianalisis dengan spektrofotometer

serapan atom (SSA) pada panjang gelombang 324,8 nm.

2. Penyerapan Arang Aktif Tulang Kambing Terhadap Kation Pb^{+2}

Arang aktif tulang kambing yang diaktivasi dengan Na_2CO_3 5% ditimbang masing-masing sebanyak 0,5 g dan dikontakkan dengan 50 mL larutan kerja Pb^{+2} dengan konsentrasi 100 – 600 mg/L, kemudian diaduk dan didiamkan selama 24 jam. Kemudian bagian yang jernih dari masing-masing campuran diambil dan dianalisis dengan spektrofotometer serapan atom (SSA), pada panjang gelombang 283,3 nm.

f. Analisis Penyerapan Arang Aktif Tulang Kambing Terhadap Variasi Konsentrasi Anion

1. Penyerapan Arang Aktif Tulang Kambing Terhadap Anion Nitrat

Arang aktif tulang kambing yang diaktivasi dengan Na_2CO_3 5% ditimbang masing-masing sebanyak 0,5 g dan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 250 mL. Kemudian ke dalam masing-masing Erlenmeyer ditambahkan 50 mL larutan kerja nitrat dengan variasi konsentrasi 100 – 600 mg/L, kemudian diaduk dan didiamkan selama 24 jam. Konsentrasi sisa masing-masing larutan dianalisis dengan spektrofotometer UV-VIS.

2. Penyerapan Arang Aktif Tulang Kambing Terhadap Anion Sianida

Arang aktif tulang kambing yang diaktivasi dengan Na_2CO_3 5% ditimbang masing-masing sebanyak 0,5 g, masing-masing dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 250 mL. Kemudian ke dalam masing-masing Erlenmeyer

ditambahkan 50 mL larutan kerja sianida dengan variasi konsentrasi 100 – 600 mg/L, diaduk dengan pengaduk magnet dan didiamkan selama 24 jam. Konsentrasi sisa dari masing-masing larutan dianalisis dengan spektrofotometer UV-VIS..

g. Analisis Data

Analisis data hasil pengukuran daya adsorpsi kation logam Cu^{2+} dan Pb^{2+} serta anion NO_3^- dan CN^- dengan menggunakan arang aktif tulang kambing, disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil Penelitian

1. Hasil karakterisasi arang aktif tulang kambing

Hasil karakterisasi arang aktif tulang kambing tanpa aktivasi dan diaktivasi dengan variasi konsentrasi aktivator ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Karakterisasi arang aktif tulang kambing dengan variasi konsentrasi aktivator Na_2CO_3

Konsentrasi Aktivator	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Adsorosi Metilen Biru (mg/g)	Adsorpsi I_2 (mg/g)
Tanpa Aktivasi	1,61	23,6434	20,1750	187,1775
2,5	10,6	27,7675	24,1540	134,7975
5	7,52	19,1423	24,5886	200,2239
7,5	9,58	23,2937	23,6080	191,3528

2. Hasil penentuan uji penyerapan arang aktif tulang kambing terhadap ion Cu^{2+} , Pb^{2+} , NO_2^- dan CN^-

Hasil penyerapan arang aktif tulang kambing terhadap ion-ion tersebut berdasarkan variasi konsentrasi ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil penyerapan arang aktif tulang kambing terhadap masing masing ion

Ion	Konsentrasi (mg/L)	Penyerapan (%)
Cu^{2+}	200	99,75
Pb^{2+}	200	99,95
NO_3^-	400	94,91
CN^-	300	74,17

Penentuan uji daya serap arang aktif tulang kambing terhadap ion Cu^{2+} , Pb^{2+} , NO_2^- dan CN^- menggunakan arang aktif yang diaktivasi dengan konsentrasi aktivator 5%.

b. Pembahasan

1. Proses karbonisasi dan aktivasi arang aktif tulang dengan variasi konsentrasi aktivator Na_2CO_3

Arang tulang kambing diperoleh dari proses pirolisis pada temperatur 700°C dengan kondisi oksigen yang sedikit. Dari hasil penelitian diperoleh

rendemen arang dari tulang kambing adalah sebesar 33,9073%. Hal ini dikarenakan tulang tersusun oleh sebagian besar mineral, sedangkan jumlah karbon hanya sedikit. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Wilson *et al.* (2003) menyatakan kandungan

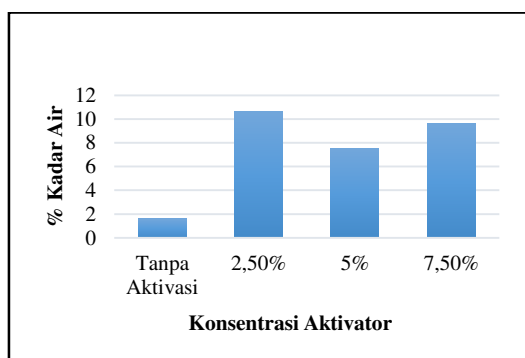
karbon yang terdapat dalam arang tulang adalah sebesar $\pm 10\%$.

Aktivasi arang tulang kambing bertujuan untuk meningkatkan daya serap dari arang tersebut dengan cara membuka situs-situs aktif dari arang tersebut. Dalam penelitian ini digunakan aktivator Na_2CO_3 dengan variasi konsentrasi 2,5; 5 dan 7,5%. Tujuan dari variasi konsentrasi tersebut adalah untuk melihat pada konsentrasi berapa arang tersebut memiliki karakteristik yang baik untuk digunakan.

2. Karakterisasi arang aktif tulang kambing

a. Kadar Air

Penentuan kadar air bertujuan untuk mengetahui sifat higroskopis dari arang baik tanpa aktivasi maupun yang telah diaktivasi. Hasil karakterisasi kadar air arang aktif tulang kambing ditunjukkan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Hasil karakterisasi kadar air arang aktif tulang kambing

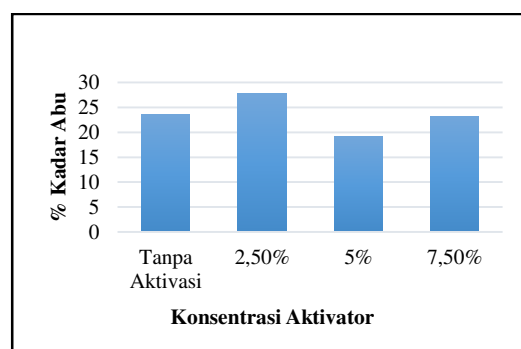
Kecilnya kadar air arang tanpa aktivasi mengindikasikan kandungan air terikat yang ada dalam bahan telah hilang selama proses karbonisasi dan sifat higroskopis dari arang rendah. Hal ini dapat disebabkan karena pori-pori arang masih tertutup (Pujiarti & Sutapa, 2005). Peningkatan kadar air arang yang telah diaktivasi disebabkan oleh

peningkatan sifat higroskopis arang aktif terhadap uap air, hal ini dikarenakan pori-pori arang telah terbuka selama proses aktivasi (Pari *et al.*, 2006).

Berdasarkan data pengamatan terlihat bahwa kadar air arang aktif menurun ketika konsentrasi aktivator ditingkatkan dari 2,5 – 7,5%. Kadar air terendah untuk arang aktif adalah pada aktivator Na_2CO_3 5% yaitu sebesar 7,52%. Rendahnya kadar air arang aktif pada konsentrasi aktivator Na_2CO_3 5% kemungkinan dikarenakan arang aktif yang diaktivasi dengan Na_2CO_3 5% memiliki volume pori yang lebih kecil dari pada arang aktif yang diaktivasi dengan konsentrasi aktivator Na_2CO_3 lainnya Mohammed *et al.* (2012).

b. Kadar Abu

Kadar abu menunjukkan jumlah oksida-oksida logam yang tersisa selama proses pembakaran pada suhu tinggi karena adanya oksigen dalam jumlah besar. Hasil analisis kadar abu arang tulang kambing yang ditunjukkan dalam Tabel 2.



Gambar 2. Hasil karakterisasi kadar abu arang aktif tulang kambing

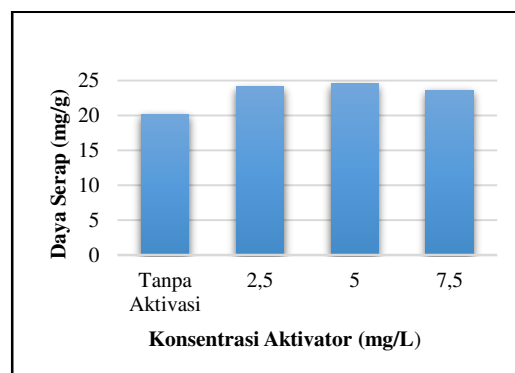
Kadar abu tertinggi pada arang tulang kambing yaitu 27,7675% (Gambar 5) adalah untuk arang yang diaktivasi dengan aktivator Na_2CO_3 2,5%, dan yang terendah (19,1423%)

adalah untuk arang yang diaktivasi dengan Na_2CO_3 5%. Tingginya kadar abu pada konsentrasi aktivator Na_2CO_3 2,5% kemungkinan dikarenakan pada konsentrasi aktivator tersebut ion Na^+ yang ada dalam larutan tidak mampu menggantikan mineral-mineral lain dari tulang yang menutupi pori-pori arang, sehingga ketika dilakukan pemanasan untuk aktivasi, ion Na^+ akan menjadi bentuk oksidanya, dan ketika dilakukan pencucian akan membentuk NaOH yang akan mengakibatkan mineral-mineral dari arang justru mengendap dan tidak larut ketika dilakukan pencucian (Pambayun *et al.*, 2013).

Pada konsentrasi aktivator Na_2CO_3 5% mineral dari arang lebih banyak digantikan oleh ion Na^+ , sehingga ketika dilakukan pencucian setelah pemanasan akan terlarut dan pori-pori arang telah terbuka, hal itu mengakibatkan kadar abu lebih kecil. Pada konsentrasi aktivator Na_2CO_3 7,5% terjadi kenaikan kadar abu. Hal ini kemungkinan karena tingginya konsentrasi aktivator, maka masih terdapat sisa dari ion Na^+ pada permukaan arang aktif (Pambayun *et al.*, 2013).

c. Daya serap arang aktif terhadap metilen biru

Karakterisasi daya serap terhadap metilen biru bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi aktivator pada daya serap arang aktif terhadap metilen biru yang disajikan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Hasil karakterisasi daya serap arang aktif tulang kambing terhadap metilen biru

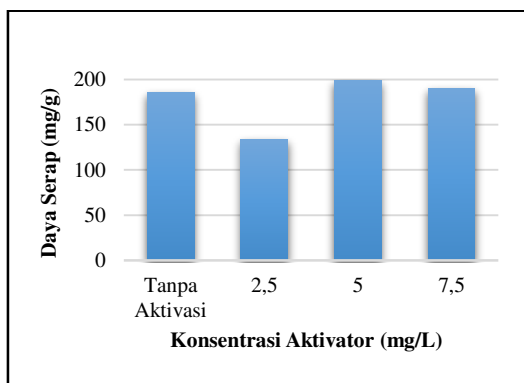
Dari Gambar 3 terlihat bahwa arang tulang kambing tanpa aktivasi memiliki daya serap yang kecil terhadap metilen biru. Kecilnya daya serap arang tanpa aktivasi terhadap metilen biru dikarenakan pori-pori arang yang masih tertutup. Pada konsentrasi 2,5% dan 5% terjadi kenaikan daya serap metilen sedangkan pada konsentrasi aktivator 7,5% daya serap terhadap metilen biru menurun. Kenaikan daya serap terhadap metilen biru hingga konsentrasi 5% dikarenakan pori-pori arang aktif telah terbuka akibat proses aktivasi. Turunnya daya serap arang aktif pada konsentrasi aktivator 7,5% kemungkinan dikarenakan jumlah aktivator yang berlebih akan mengakibatkan pori-pori arang menjadi sempit oleh adanya aktivator sehingga akan mengurangi adsorpsi metilen biru (Prasetyo *et al.*, 2012).

Dari hasil karakterisasi untuk daya serap terhadap metilen biru diperoleh arang aktif terbaik adalah arang yang diaktivasi dengan aktivator Na_2CO_3 5%.

d. Daya Serap Terhadap Iodium

Daya serap terhadap iodium menunjukkan kemampuan arang aktif menyerap zat dengan ukuran molekul

yang lebih kecil dari 10 Å atau memberikan indikasi jumlah pori yang berdiameter 10 – 15 Å (Rumidatul, 2006). Tingginya daya serap arang aktif terhadap iodum menunjukkan kemampuan arang aktif tersebut untuk menyerap zat yang ukuran molekulnya kecil. Daya serap arang aktif tulang kambing terhadap iodum disajikan dalam Gambar 4.



Gambar 4. Hasil karakterisasi adsorpsi arang aktif tulang kambing terhadap iodum

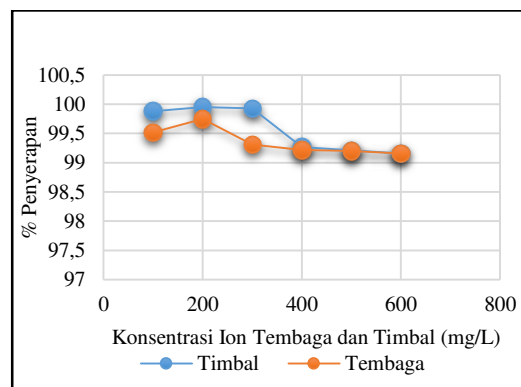
Berdasarkan data hasil penelitian menunjukkan daya serap arang tulang kambing terhadap iodum yang tertinggi adalah untuk arang yang diaktivasi dengan Na_2CO_3 5%, sedangkan yang terendah adalah pada aktivator Na_2CO_3 2,5%. Tingginya daya serap terhadap iodum pada aktivator Na_2CO_3 5% menunjukkan banyaknya pori-pori arang aktif yang berukuran ± 10 Å, sedangkan untuk daya serap terendah yaitu pada aktivator Na_2CO_3 2,5% kemungkinan dikarenakan pori-pori arang banyak yang berukuran besar dan karena sifat higroskopis yang tinggi.

Pada arang tanpa aktivasi tingginya daya serap terhadap iodum (187,1775 mg/g) kemungkinan dikarenakan banyaknya pengotor berupa logam-logam seperti Ca pada permukaan

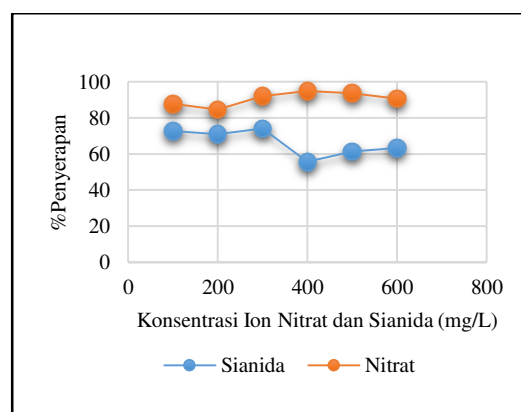
arang sehingga afinitas terhadap Iodium meningkat, sedangkan pada arang yang diaktivasi dengan Na_2CO_3 7,5% daya serap cukup tinggi (191,3528 mg/g) namun banyaknya pori arang aktif yang berukuran ± 10 Å tidak sebanyak untuk aktivator Na_2CO_3 5%.

3. Penentuan Uji Penyerapan Arang Aktif Tulang Kmbing Terhadap Variasi Konsentrasi Ion Cu^{2+} , Pb^{2+} , NO_3^- dan CN^-

Persentase penyerapan arang aktif tulang kambing terhadap kation logam tembaga dan timbal serta anion nitrat dan sianida dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5. Persentase penyerapan kation Cu^{2+} dan Pb^{2+}



Gambar 6. Persentase penyerapan anion NO_3^- dan CN^-

Dari Gambar 8 terlihat bahwa penyerapan arang aktif tulang kambing terhadap ion logam tembaga dan timbal sangat baik. Perbandingan penyerapan maksimum kation logam tembaga dan timbal tidak jauh berbeda yaitu berturut-turut sebesar 99,75% dan 99,95% pada konsentrasi optimum 200 mg/L. Ketika konsentrasi ion logam ditingkatkan, persentase penyerapan dari masing-masing ion logam menurun. Hal ini dikarenakan kemampuan penyerapan arang aktif tulang kambing terhadap ion logam tembaga dan timbal telah mencapai keadaan maksimum. Sehingga ketika konsentrasi ditingkatkan maka afinitas adsorben terhadap ion logam akan berkurang karena situs aktif yang ada pada permukaan adsorben telah tertutupi oleh adsorbat (Nurhasni *et al.*, 2010).

Persentase penyerapan arang aktif tulang kambing terhadap ion logam tembaga dan timbal lebih baik jika dibandingkan dengan persentase penyerapan anion nitrat dan sianida. Hal ini dikarenakan adanya gugus kalsium (Ca^{2+}) dan fosfat dalam arang tulang. Dari hasil karakterisasi penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Maftuhin (2013) tentang potensi arang aktif tulang ayam terhadap penyerapan ion timbal dan dalam penelitian yang dilakukan oleh Lurtwitayaponta and Srisatit (2010) menjelaskan, terdapatnya kalsium dan fosfat dalam jumlah yang besar. Adanya CaCO_3 dalam tulang mengakibatkan arang bermuatan negatif sehingga afinitas ion logam terhadap arang aktif lebih besar daripada anion nitrat dan sianida (Wilson *et al.*, 2003).

Selain mekanisme adsorpsi terdapat mekanisme lain yang mengakibatkan persentase penyerapan ion logam besar. Salah satunya adalah mekanisme pertukaran ion. Dalam

penelitian yang dilakukan oleh Wilson *et al.* (2003) tentang adsorpsi ion tembaga dengan adsorben arang tulang dijelaskan bahwa untuk setiap 1 mol ion Cu yang diadsorpsi dilepaskan 0,72 mol ion Ca, hal ini menunjukkan mekanisme pertukaran ion merupakan mekanisme yang sesuai untuk penghilangan ion tembaga. Dalam penelitian lain yang dilakukan oleh Lurtwitayaponta and Srisatit (2010) menyatakan bahwa dari hasil analisis penyerapan ion logam timbal oleh arang aktif tulang babi dengan menggunakan Spektrometer FTIR menunjukkan terjadinya penurunan puncak kalsium setelah adsorpsi ion timbal (II) jika dibandingkan dengan sebelum adsorpsi, dan dari pola difraksi sinar-X diperoleh peningkatan intensitas puncak fosfat setelah adsorpsi ion timbal (II) jika dibandingkan dengan intensitas awal sebelum adsorpsi. Hal ini dikarenakan terbentuknya timbal fosfat $\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$. Dari kedua hasil penelitian tersebut terlihat adanya pelepasan kalsium dari arang aktif.

Dari Gambar 6 terlihat bahwa persentase penyerapan anion nitrat lebih tinggi jika dibandingkan dengan penyerapan anion sianida. Persentase penyerapan maksimum untuk anion nitrat adalah 94,91% pada konsentrasi 400 mg/L, sedangkan persentase penyerapan maksimum untuk anion sianida adalah 74,17% dengan pada konsentrasi 300 mg/L. Konsentrasi penyerapan optimum yang berbeda dari kedua jenis ion tersebut menunjukkan interaksi maksimum dari kedua jenis anion berbeda. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Nurhasni *et al.* (2010) menjelaskan bahwa jumlah ion logam yang ada dalam larutan harus sebanding dengan jumlah situs aktif yang ada pada adsorben, sehingga interaksi antara ion

dengan adsorben dapat terjadi secara maksimum. Interaksi maksimum antara kedua jenis anion tersebut dengan situs aktif dari arang terjadi pada konsentrasi yang lebih tinggi dari logam sedangkan persentase penyerapannya lebih rendah. Hal ini menunjukkan kemampuan arang untuk menyerap kedua jenis anion tersebut rendah. Rendahnya persentase penyerapan dari arang aktif tulang kambing terhadap anion nitrat kemungkinan dikarenakan sifat dari adsorben yang bermuatan negatif karena adanya CaO. Selain itu, dengan adanya kalsium karbonat dalam arang tulang juga mengakibatkan arang tulang lebih bersifat akseptor proton sehingga afinitas terhadap anion lebih rendah (Wilson *et al.*, 2003)

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa Arang aktif tulang kambing memiliki potensi yang lebih baik dalam penyerapan kation logam tembaga dan timbal jika dibandingkan dengan penyerapan anion nitrat dan sianida.

Hasil karakterisasi masing-masing arang aktif menunjukkan arang aktif tulang kambing yang terbaik adalah arang tulang kambing yang diaktivasi dengan Na₂CO₃ 5%

Penyerapan tertinggi arang aktif tulang kambing adalah terhadap kation timbal yaitu 99,95% pada konsentrasi 200 mg/L dan yang terendah adalah terhadap anion sianida yaitu 74,17% .

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ucapkan terima kasih disampaikan kepada pihak yang telah membantu terselesaikannya penelitian ini yaitu: Laboratorium Instrumen Fakultas Matematika dan Ilmu

Pengetahuan Alam Universitas Riau dan Laboratorium Pengujian Air Unit Pelaksanaan Teknis Pengujian Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Riau.

DAFTAR PUSTAKA

- Fitryani, R. 2014. Potensi Abu Tulang Kambing Sebagai Adsorben Ion Sulfat. in: *Skripsi* FMIPA Kimia, Universitas Riau.
- Lurtwitayaponta, S., and Srisatit, T. 2010. Comparison of lead removal by various types of swine bone adsorbents. *Environment Asia*, **3**: 32-38.
- Maftuhin. 2013. Potensi Tulang Ayam sebagai Adsorben Logam Timbal. in: *Skripsi* FMIPA Kimia, Universitas Riau.
- Mohammed, A., A. Aboje, A., Auta, M., and Jibril, M. 2012. A Comparative Analysis and Characterization of Animal Bones as Adsorbent. *Advances in Applied Science Research*, **3**(5): 3089-3096.
- Nurhasni, N., Hendrawati, H., dan Saniyyah, N. 2010. Penyerapan Ion Logam Cd Dan Cr Dalam Air Limbah Menggunakan Sekam Padi. *VALENSI*, **1**: (6).
- Pambayun, G.S., Yulianto, R.Y., Rachimoellah, M., dan Putri, E.M. 2013. Pembuatan Karbon Aktif Dari Arang Tempurung Kelapa Dengan Aktivator ZnCl₂ Dan Na₂CO₃ Sebagai Adsorben Untuk Mengurangi Kadar Fenol Dalam Air Limbah. *Jurnal Teknik ITS*, **2**(1): F116-F120.

- Pari, G., Hendra, D., dan Pasaribu, R.A. 2006. Pengaruh lama waktu aktivasi dan konsentrasi asam fosfat terhadap mutu arang aktif kulit kayu Acacia mangium. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, **24**(1): 33-46.
- Prasetyo, A., Yudi, A., dan Astuti, R.N. 2012. Adsorpsi Metilen Blue Pada Karbon Aktif Dari Ban Bekas Dengan Variasi Konsentrasi NaCl Pada Suhu Pengaktifan 600°C Dan 650°C. *NEUTRINO*.
- Pujiarti, R., dan Sutapa, J.G. 2005. Mutu Arang Aktif dari Limbah Kayu Mahoni (*Swietenia macrophylla* King) sebagai Bahan Penjernih Air. *J. Ilmu & Teknologi Kayu Tropis* Vol. 3:(2).
- Rumidatul, A. 2006. Effectivity of activated charcoal as adsorbent for wastewater treatment. in: *Tesis Pascasarjana*, Institut Pertanian Bogor.
- Soedjana, T.D. 2011. Peningkatan Konsumsi Daging Ruminansia Kecil Dalam Rangka Difersifikasi Pangan Daging Mendukung PSDSK 2014. *Workshop Nasional Diversifikasi Pangan Daging Ruminansia Kecil*.
- Suhartono, J., Noersalim, C., L Mustari, P., dan M Olivia, D. 2011. Pengaruh Kecepatan Pengadukan pada Bleaching Minyak Dedak Padi Melalui Proses Adsorpsi Menggunakan Arang Tulang Aktif. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"* 2011.
- Wilson, J., Pulford, I., and Thomas, S. 2003. Sorption of Cu and Zn by bone charcoal. *Environmental geochemistry and health*, **25**(1): 51-56